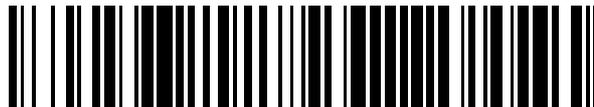


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 411 457**

51 Int. Cl.:

C12M 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.03.2010 E 10157262 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 2371939**

54 Título: **Sistema de reactor de tubos con una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos paralelos entre si**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
05.07.2013

73 Titular/es:

**GEORG FISCHER DEKA GMBH (100.0%)
Kreuzstrasse 22
35232 Dautphetal-Mornshausen, DE**

72 Inventor/es:

**SCHÜSSLER, STEPHAN y
BRÜGGEMANN-MORTIER, KLAUS**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 411 457 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de reactor de tubos con una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos paralelos entre si

El invento se refiere a un sistema de reactor de tubos, que comprende una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos paralelos entre sí, en especial a un fotobiorreactor en el que los conductos tubulares están dispuestos en los extremos de los tubos de manera que puedan ser unidos entre sí por medio de curvas de tubo para formar bucles de tubo.

Un fotobiorreactor es un recipiente de reacción para la realización de reacciones fotobiológicas análogas a la fotosíntesis en el reino vegetal. En un fotobiorreactor para la producción de biocarburantes se utiliza, por ejemplo, una suspensión o una solución acuosa de biomasa, por ejemplo una suspensión de algas, para producir carburantes alternativos en una reacción controlada por la luz solar. Los fotobiorreactores también son utilizados para la producción de otros materiales, como por ejemplo concentrados de algas o aditivos para productos alimenticios. En un artículo de Yusuf Chisti en "Elsevier, Biotechnology Advances 25 (2007) 294-306" se resumen los resultados de la investigación en el campo de los temas fotobiorreactor, biocarburantes, biodiesel y microalgas.

Los fotobiorreactores conocidos se construyen como reactores de tubos con una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos paralelos entre sí. Los conductos tubulares se unen entre si en los correspondientes extremos por medio de curvas de tubo para formar un meandro o un bucle de tubo muy largo. La separación entre los diferentes conductos tubulares determina el radio de curvatura de las curvas de tubo. Como radio de curvatura se define el radio en el centro del conducto tubular con forma de arco. El radio de curvatura más pequeño posible equivale por ello a la mitad del diámetro del conducto tubular y se obtiene cuando dos conductos tubulares yuxtapuestos directamente se unen con una curva de tubo. Cuanto mayor sea la separación entre los conductos tubulares tanto mayor es el radio de curvatura de la curva de tubo y tanto menor es la resistencia de circulación en la curva de tubo.

Pero al mismo tiempo aumenta la superficie bruta necesaria para el reactor de tubos y disminuye el rendimiento energético por unidad de superficie de instalación. Para obtener una eficacia lo más grande posible de la producción de energía es deseable una disposición lo más compacta posible con la resistencia de circulación lo más pequeña posible.

El objeto del invento es, partiendo del estado de la técnica, divulgar un sistema de reactor de tubos con una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos paralelos entre sí, que utilizado por ejemplo como fotobiorreactor alcance sobre una superficie bruta aprovechada en lo posible de manera óptima una producción de energía en lo posible eficiente.

Este problema se soluciona con un sistema de reactor de tubos, que comprende una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos paralelos entre sí, en especial un fotobiorreactor, en el que los conductos tubulares están dispuestos de manera que se puedan unir en sus extremos por medio de curvas de tubo para formar bucles de tubos, estando dispuestos los conductos tubulares directamente uno al lado del otro y estando configuradas las curvas de tubo para la formación de bucles de tubo con extremos dispuestos distanciados entre sí.

Perfeccionamientos preferidos del invento se desprenden de las reivindicaciones subordinadas.

Es ventajoso que en el fotobiorreactor se mantengan lo más bajas posibles las pérdidas por resistencia de circulación. Esto se consigue por el hecho de que las curvas de tubo poseen un radio de curvatura equivalente a vez y media a ocho veces y media el diámetro del conducto tubular, midiendo el radio de curvatura en el centro del conducto tubular con forma de curva entre el diámetro interior de la curva de tubo y el diámetro exterior de la curva de tubo. Esto también se consigue por el hecho de que las curvas de tubo se disponen en varios planos con ángulos de colocación positivos o negativos con relación al plano de los tubos.

También es ventajoso que el sistema de reactor de tubos se pueda fabricar de la manera más sencilla posible. Esto se consigue por el hecho de que las curvas de tubo se disponen en grupos con un desplazamiento en la dirección del eje de los conductos tubulares.

También es ventajoso que el sistema de reactor de tubos se adapte de la manera más óptima posible a las condiciones del proceso. Esto se consigue por el hecho de que las curvas de tubo se construyen con PVC-U permeable a la luz, poseyendo el material de PVC-U propiedades de transmisión óptimas para las condiciones del proceso en el fotobiorreactor. Esto se consigue también por el hecho de que las curvas de tubo posean una forma del radio de curvatura optimizada desde el punto de vista de la circulación.

Por medio del dibujo se describirá un ejemplo de ejecución del invento. En él muestran:

La figura 1, una vista parcial en perspectiva de un sistema de reactor de tubos según el invento,

la figura 2, una vista parcial en perspectiva de otro sistema de reactor de tubos y

la figura 3, una vista parcial en perspectiva de otro sistema de reactor de tubos según el invento.

En la figura 1 se representa en perspectiva una parte de un sistema de reactor de tubos. La figura 1 muestra seis curvas 1, 1', 2, 2', 3 y 3' de tubo, que pueden ser unidas con una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos inmediatamente uno al lado de otro. Los propios conductos tubulares, que en el caso de un fotobiorreactor pueden poseer una longitud considerable de varios metros, se suprimieron en la figura a favor de la claridad. En la figura 1 se indica con una flecha F el sentido de circulación en los conductos tubulares.

De la figura 1 se desprende, que los conductos tubulares se tocan en los radios y se hallan directamente uno al lado del otro. Con ello se consigue un aprovechamiento óptimo de la luz, que incide en la superficie en la que está instalado el sistema de reactor de tubos. No se pierde la luz, que en la disposición usual de conductos tubulares dispuestos paralelos y distanciados entre sí pasaría entre de los diferentes conductos tubulares.

Cuanto mayor sea la separación entre dos conductos tubulares adyacentes, tanto menor será el aprovechamiento de la superficie y tanto menor será el rendimiento por unidad de superficie bruta de instalación del fotobiorreactor. Cuanto menor sea la distancia entre dos conductos tubulares adyacentes, tanto mayor será la energía necesaria para la circulación a través de las curvas de tubo, ya que disminuye el radio de curvatura de las curvas de tubo. La disposición de la figura 1 muestra, en un primer ejemplo de ejecución, que las curvas 1, 1', 2, 2', 3 y 3' de tubo poseen un radio de curvatura equivalente a dos veces y media el diámetro del conducto tubular. Cada curva de tubo del sistema de reactor de tubos establece la unión entre un extremo de un primer conducto tubular y el extremo de otro conducto tubular, que se halla en el quinto lugar junto al primer conducto tubular. Cuanto mayor sea el radio de curvatura de las curvas 1, 1', 2, 2', 3 y 3' de tubo, tanto más pequeñas resultan la resistencia de circulación, la pérdida de presión para la circulación del medio en los conductos tubulares y la energía necesaria para el transporte del medio a través del sistema de reactor de tubos.

En la figura 2 se representa una variante del sistema de reactor de tubos según el invento. El radio de curvatura de las curvas 4 y 4' de tubo equivale en este caso a medio diámetro del conducto tubular y los tubos se pueden disponer inmediatamente adyacentes uno al otro. La pérdida de presión en las curvas 4 y 4' de tubo según la figura 2 es aproximadamente cuatro veces la de las curvas 1, 1', 2, 2', 3 y 3' de tubo según la figura 1. En comparación con una disposición usual en la que el radio de curvatura equivale a un diámetro del conducto tubular y en la que entre los conductos tubulares queda un espacio no aprovechado para la radiación, la pérdida de presión en la variante de la figura 1 resulta aproximadamente tres veces menor.

En la figura 3 se representa otra variante del sistema de reactor de tubos según el invento. Para las curvas 5, 5', 6, 6', 7, 7', 8 y 8' de tubo se eligió aquí como radio de curvatura tres veces y media el diámetro del conducto tubular. La pérdida de presión en las curvas 5, 5', 6, 6', 7, 7', 8 y 8' de tubo según la figura 3 es todavía aproximadamente un 16 % menor que en las curvas 1, 1', 2, 2', 3 y 3' según la figura 1. En un sistema de reactor de tubos con una cantidad más grande de conductos tubulares se alcanza con una relación entre el radio de curvatura y el diámetro del conducto tubular de aproximadamente 7,5 veces a 8,5 veces un mínimo de la pérdida de presión.

Las curvas de tubo en las figuras 1 y 3 se disponen cruzadas entre sí y en varios planos. En las tres curvas 1, 1', 2, 2', 3 y 3' de tubo de la figura 1 se pueden ver tres planos o tres ángulos de colocación con relación a la superficie formada por los conductos tubulares. Las curvas 1 y 1' de tubo se curvan desde el plano de los conductos tubulares hacia abajo, las curvas 2 y 2' de tubo se hallan en el plano de los conductos tubulares y las curvas 3 y 3' de tubo se curvan desde el plano de los conductos tubulares hacia arriba. Para la construcción del sistema de reactor de tubos se necesita, además de la curva 2, 2' comercial sin ángulo de colocación, otra curva 1, 1', 3, 3' con un ángulo de colocación de aproximadamente 22,5 grados hacia arriba o hacia abajo.

Para las cuatro curvas 5, 5', 6, 6', 7, 7', 8 y 8' de tubo según la figura 3 se necesitan, por lo tanto, dos formas nuevas con ángulos de colocación de 15 y 20 grados hacia arriba o hacia abajo. Las curvas 5, 5', 7, 7' de tubo se disponen en comparación con las curvas 6, 6', 8, 8' con un desplazamiento en la dirección de los ejes de los conductos tubulares. En un sistema de reactor de tubos según la figura 3, configurado como un meandro con una gran cantidad de bucles de tubo se puede obtener es desplazamiento por medio de un sencillo corrimiento de cada cuatro conductos tubulares dispuestos uno al lado del otro en la dirección del eje del tubo. Con este desplazamiento previsto por grupos se consigue, que el ángulo de colocación de las diferentes curvas de tubo pueda ser mantenido lo más pequeño posible.

El concepto aquí propuesto del sistema de reactor de tubos puede ser ampliado y variado arbitrariamente. Las curvas de tubo se fabrican como pieza termoplástica conformada térmicamente. Como materiales entran en consideración todos los materiales termoplásticos. Para la aplicación como fotobiorreactor se puede construir el sistema de reactor de tubos con preferencia con materiales transparentes, por ejemplo PVC-U. Para otros sistemas de reactor de tubos se pueden elegir materiales adaptados a las correspondientes condiciones de reacción. Las curvas de tubo de 180° aquí representadas también se pueden fabricar con dos curvas de tubo de 90°. Las curvas de tubo son unidas entre si y con los tubos por encolado, soldadura o enchufe. El ángulo de colocación de las curvas de tubo puede ser elegido cualquiera, siendo preciso tener en cuenta la resistencia de circulación más pequeña.

- 5 En lugar de las curvas de tubo de 180° simétricas representadas con un radio de curvatura constante pueden poseer las curvas de tubo un radio de curvatura variable, eligiendo el radio de curvatura desde el principio del arco hasta el final del arco y también en la transición desde el plano de los conductos tubulares hacia las curvas de tubo colocadas en ángulo de manera optimizada desde el punto de vista de la circulación. El plano de los conductos tubulares del fotobiorreactor se puede disponer en el caso de una insolación difusa o, como es usual en los colectores solares, perpendicularmente al ángulo de incidencia eficaz de la luz solar. Con una intensidad suficiente de la radiación solar también se pueden disponer varios planos de tubos uno detrás o debajo de otro.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema de reactor de tubos, que comprende una gran cantidad de conductos tubulares dispuestos paralelos entre sí, en especial a un fotobiorreactor en el que los conductos tubulares están dispuestos en los extremos de los tubos de manera, que puedan ser unidos entre sí por medio de curvas de tubo para formar bucles de tubo, caracterizado por que los conductos tubulares se disponen directamente uno al lado del otro en un plano y por que las curvas de tubo se configuran de manera, que puedan ser unidas para formar bucles de tubo con los extremos de los tubos alejados entre sí.
- 10 2. Sistema de reactor de tubos según la reivindicación 1, caracterizado por que las curvas de tubo poseen un radio de curvatura que equivale a vez y media a ocho veces y media el diámetro del conducto tubular, siendo medido el radio de curvatura en el centro del conducto tubular con forma de arco entre el diámetro interior de la curva de tubo y el diámetro exterior de la curva de tubo.
- 15 3. Sistema de reactor de tubos según al menos una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado por que las curvas de tubo se disponen en varios planos con ángulos de colocación positivos o negativos con relación al plano de los conductos tubulares.
4. Sistema de reactor de tubos según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que las curvas de tubo se disponen por grupos con un desplazamiento en la dirección de los ejes de los conductos tubulares.
5. Sistema de reactor de tubos según al menos una de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que las curvas de tubo se pueden fabricar por termoconformado a partir de material termoplástico.
- 20 6. Sistema de reactor de tubos según al menos una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que las curvas de tubo se construyen con PVC-U permeable a la luz, poseyendo el material de PVC-U las propiedades de transmisión óptimas para la condiciones de proceso en el fotobiorreactor.
7. Sistema de reactor de tubos según al menos una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado por que cada una de las curvas de tubo comprende un arco de 180°, pudiendo ser ensamblado el arco de 180° con dos arcos de 90°.
- 25 8. Sistema de reactor de tubos según al menos una de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado por que las curvas de tubo se configuran de manera, que se puedan ensamblar por encolado, soldadura o enchufe.
9. Sistema de reactor de tubos según al menos una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado por que las curvas de tubo poseen una forma del radio de curvatura optimizado desde el punto de vista de la circulación.

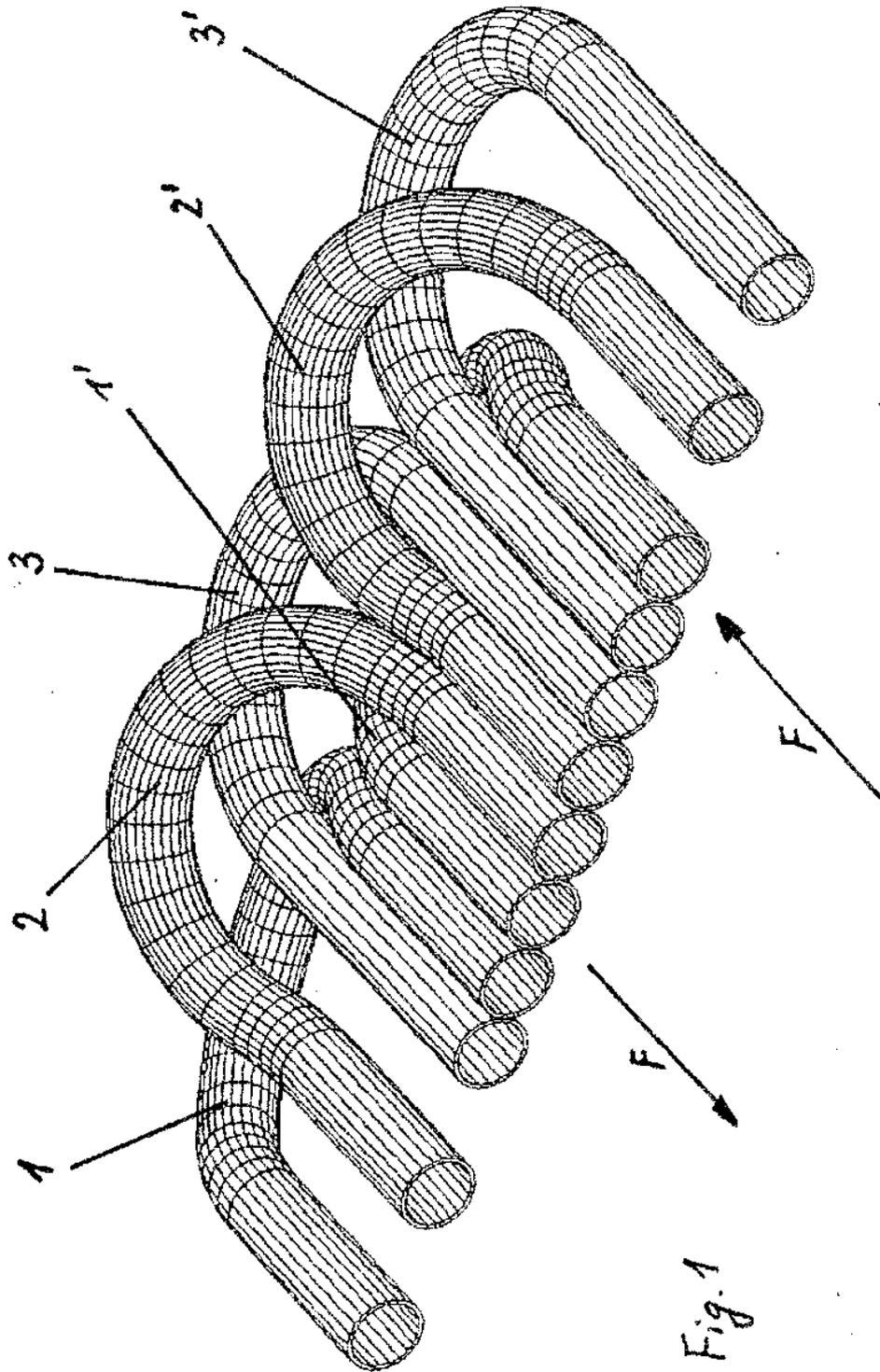


Fig. 1

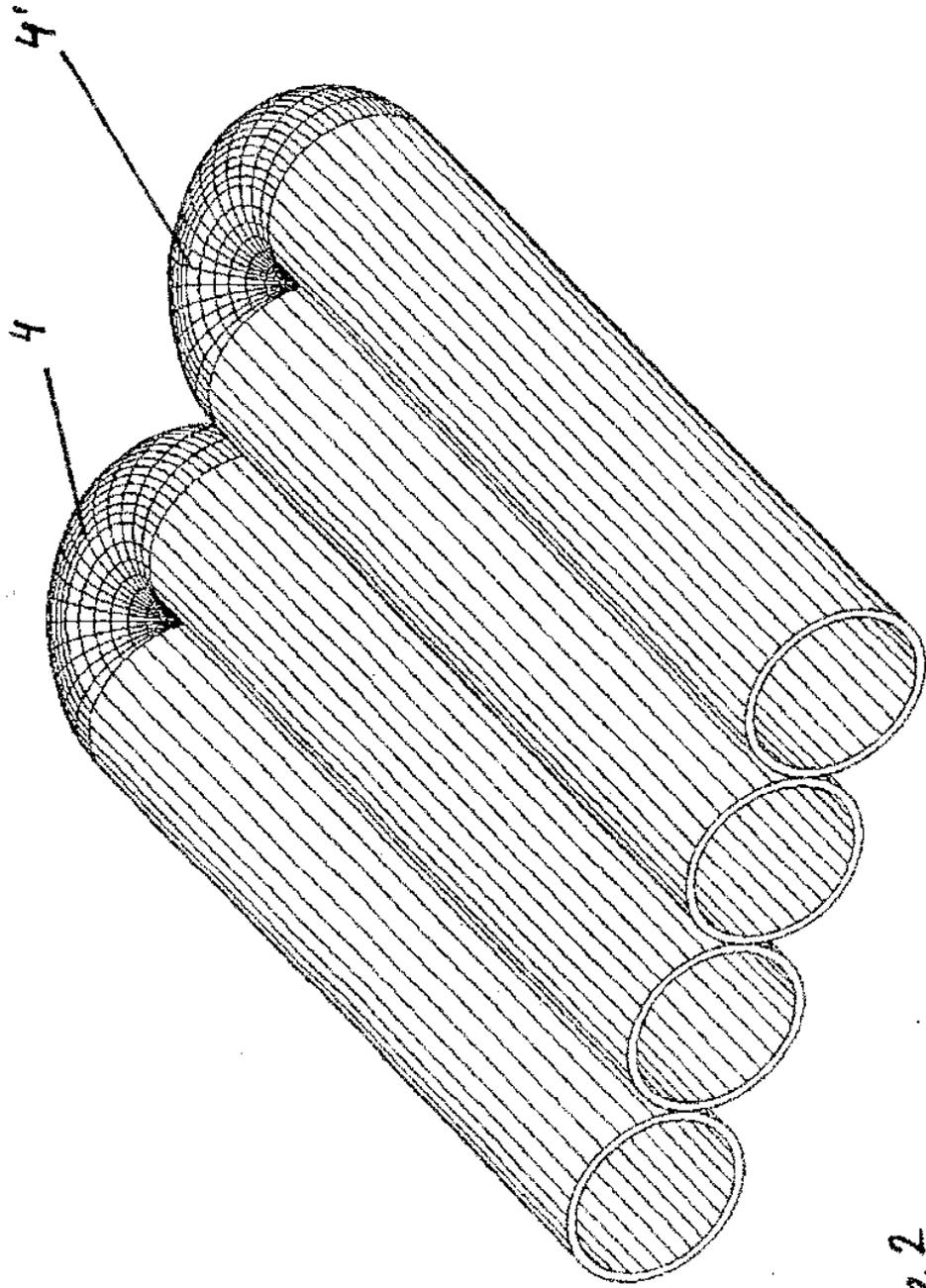


Fig. 2

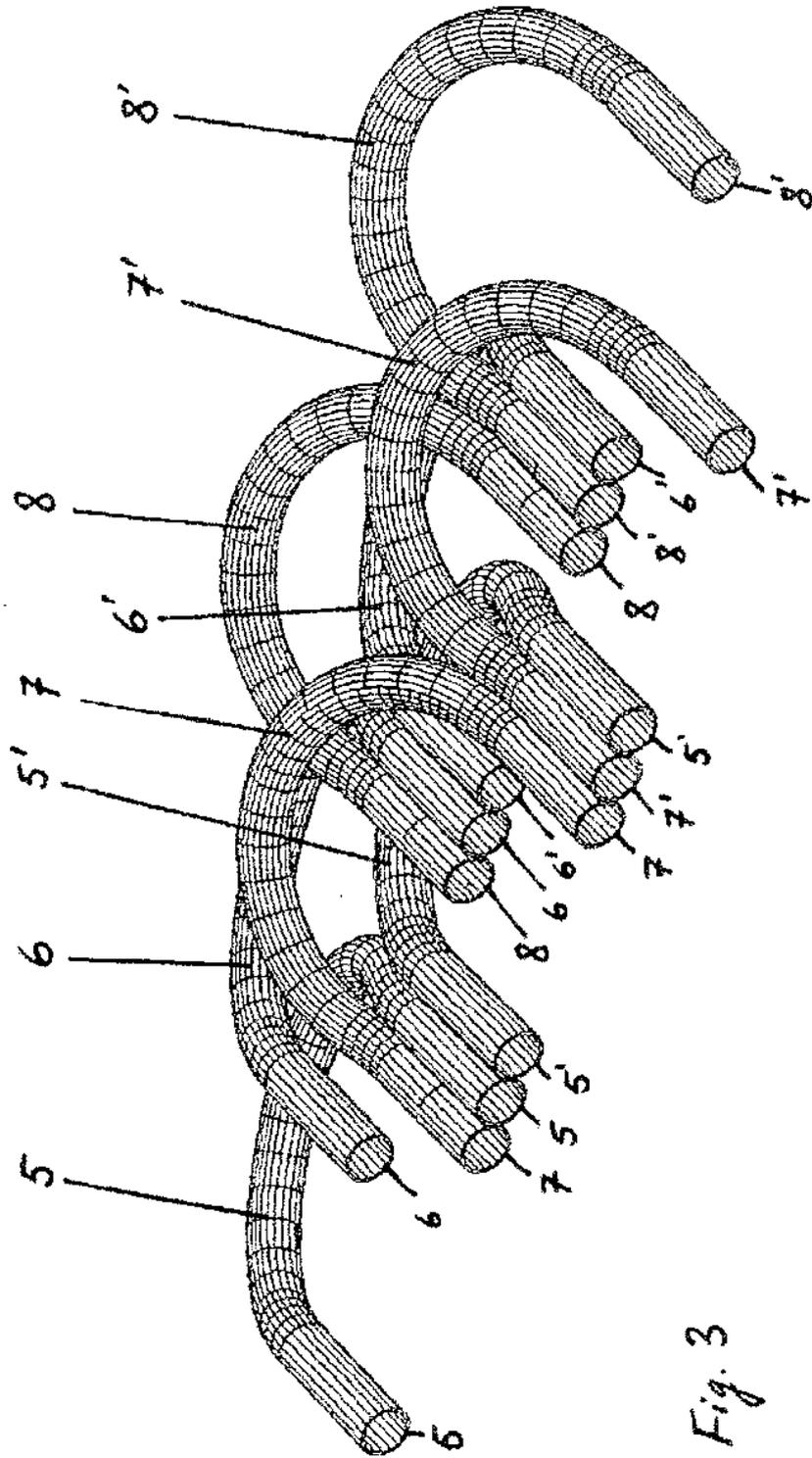


Fig. 3